

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 760 272

(21) N° d'enregistrement national :

97 02498

(51) Int Cl<sup>6</sup> : G 01 N 9/00, G 01 N 33/02, 21/00, A 23 L 3/36

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 03.03.97.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-  
DES GEORGES CLAUDE — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 04.09.98 Bulletin 98/36.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du  
présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

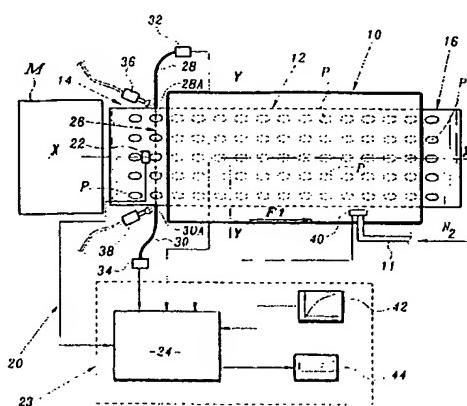
(72) Inventeur(s) : DELPUECH BERNARD et VIARD  
NICOLAS.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

### (54) INSTALLATION DE TRAITEMENT D'ARTICLES COMPORTANT DES MOYENS DE CARACTERISATION DES ARTICLES.

(57) L'invention concerne une installation de traitement d'articles du type comportant un appareil (10) de traitement desdits articles (P) associé à un convoyeur (12) d'introduction des articles dans l'appareil et d'extraction desdits articles hors dudit appareil (10), l'installation comportant en outre des moyens (20) de détection desdits articles (P) traités par l'appareil (10), caractérisée en ce que lesdits moyens de détection (20) comportent une caméra (22) adaptée pour produire une image numérique d'un tronçon (14) du convoyeur (12) destiné au transport des articles (P), ladite image numérique faisant apparaître lesdits articles portés par ledit tronçon du convoyeur, laquelle caméra est reliée à une unité de traitement d'informations (23) comportant des moyens (24) de traitement d'image adaptés pour déterminer une valeur représentative de la quantité et/ou la qualité des articles (P) traités par ledit appareil à partir de ladite image numérique.



FR 2 760 272 - A1



La présente invention concerne une installation de traitement d'articles du type comportant un appareil de traitement desdits articles associé à un convoyeur d'introduction des articles dans l'appareil et d'extraction desdits articles dudit appareil, l'installation comportant en outre des moyens de détection des articles traités par ledit appareil, ces moyens étant adaptés pour la détermination d'une valeur représentative de la qualité et/ou de la quantité d'articles traités par ledit appareil.

L'invention concerne en particulier les installations de traitement d'articles alimentaires, par exemple des installations de cuisson, ou encore de surgélation d'articles alimentaires, tels que des portions de viande hachée ou encore des filets de poisson, des plats préparés, des produits laitiers, ou bien des produits de viennoiserie. On comprendra que la liste donnée précédemment ne peut être considérée comme limitative mais est en fait purement illustrative des nombreuses possibilités de l'industrie alimentaire.

Les installations connues de surgélation comportent par exemple un tunnel de surgélation traversé de part en part par un convoyeur à bande sur lequel sont déposés les articles à congeler. Le convoyeur à bande circule en continu au travers du tunnel de surgélation.

Le tunnel de surgélation est alimenté par un fluide cryogénique, tel que de l'azote liquide ou du dioxyde de carbone liquide. Ce fluide cryogénique est mis en contact avec les articles à traiter. Au contact des articles, le fluide cryogénique se vaporise, transférant ainsi des frigories aux articles.

Il est connu de disposer en amont des tunnels de surgélation des moyens de détection des articles introduits dans le tunnel. Ces moyens assurent par exemple la détermination du nombre d'articles ou de la masse d'articles traités par le tunnel. Ils comportent de manière classique des balances permettant de déterminer en continu le poids des articles introduits dans le tunnel de surgélation.

Ces balances comportent généralement un convoyeur à bande disposé en amont du convoyeur à bande du tunnel de surgélation. Des organes de pesée sont disposés au-dessous du convoyeur afin de déterminer en continu le poids des articles 5 circulant sur celui-ci. Dans le cas où plusieurs articles, par exemple des portions de viande hachée, sont disposés côte à côte dans la largeur du convoyeur, plusieurs organes de pesée sont disposés côte à côte suivant les trajets de déplacement des articles.

10 Les organes de pesée utilisés dans les moyens de détection connus actuellement comportent des pièces mobiles et mettent en oeuvre un mécanisme de pesage sophistiqué. Ce mécanisme est sensible à l'influence de la température. En particulier, les organes de pesée sont sujets à des blocages 15 dus au gel lorsque ceux-ci sont mis en oeuvre à une très basse température.

Dans ces conditions, les balances connues doivent être disposées à l'écart du tunnel de surgélation afin d'éviter les dysfonctionnements résultant des basses 20 températures.

Aussi, les organes de pesée ne peuvent être associés directement au convoyeur du tunnel de surgélation.

En conséquence, il est nécessaire de prévoir des moyens de transfert des articles depuis le convoyeur propre 25 aux balances vers le convoyeur propre au tunnel de surgélation. L'utilisation de tels moyens de transfert occasionne des dégradations sur les articles lors de leur transfert.

L'invention a pour but d'apporter une solution aux 30 inconvénients mentionnés précédemment et en particulier de fournir une installation de traitement d'articles assurant une détection des articles traités par l'appareil directement sur le convoyeur associé à l'appareil et qui soit insensible à l'influence de la température.

35 A cet effet, l'invention a pour objet une installation de traitement d'articles du type précité, caractérisée en ce que lesdits moyens de détection comportent une caméra adaptée pour produire une image numérique d'un

tronçon du convoyeur destiné au transport des articles, ladite image numérique faisant apparaître lesdits articles portés par ledit tronçon du convoyeur, laquelle caméra est reliée à une unité de traitement d'informations comportant 5 des moyens de traitement d'image adaptés pour déterminer la valeur représentative de la qualité et/ou la quantité d'articles traités par ledit appareil à partir de ladite image numérique.

On comprend que la caméra associée aux moyens de 10 traitement d'image permet de déterminer une valeur représentative de la qualité et/ou la quantité d'articles introduits dans l'appareil, par exemple le nombre des articles ou le volume de ceux-ci, ou encore le taux 15 d'occupation du convoyeur, sans mettre en oeuvre de moyen mécanique sensible aux effets de la température. De plus, l'image étant prise directement sur le convoyeur de transfert de l'appareil de traitement, l'installation est d'un encombrement réduit et ne nécessite aucun transfert entre des moyens de caractérisation et l'appareil de traitement 20 proprement dit.

Suivant des modes particuliers de réalisation, l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la direction de prise de vue de ladite caméra 25 s'étend sensiblement perpendiculairement au plan de déplacement dudit convoyeur ;

- ladite unité de traitement d'informations comporte des moyens de déclenchement de la prise d'une image à des instants de déclenchement prédéfinis et lesdits moyens de 30 traitement d'image comportent des moyens de calcul d'une valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur à chaque instant de déclenchement à partir de ladite image numérique dudit tronçon du convoyeur à cet instant ;

35 - ladite caméra est une caméra du type monochrome ou couleur ;

- ladite caméra est une caméra du type couleur et ledit traitement d'image comprend une analyse des teintes

présentes sur l'image, permettant, par une comparaison avec une teinte de référence, de déterminer ladite valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur;

On comprend alors que selon un tel mode de réalisation, il est possible de se « contenter » de l'information « densité d'articles sur le convoyeur », ou encore d'utiliser cette information en combinaison avec la vitesse de défilement du convoyeur, pour avoir accès à la quantité moyenne de produits traités dans l'enceinte par unité de temps;

- l'installation comporte des moyens de mise en place des articles sur ledit convoyeur suivant un motif prédéterminé, reproduit séquentiellement sur ledit convoyeur avec une quantité variable d'articles pour chaque motif, et elle comporte, reliés à ladite unité de traitement d'informations, des moyens de comptage du nombre de motifs circulant en regard de la caméra, et ladite unité de traitement d'informations comporte des moyens d'évaluation de la valeur représentative de la quantité d'articles traités à partir de ladite valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur calculé à chaque instant de déclenchement et du nombre de motifs comptés ;

- lesdits moyens de comptage comportent une barrière optique reliée à ladite unité de traitement d'informations et disposée transversalement au convoyeur, le faisceau de ladite barrière étant disposé dans le plan de déplacement des articles de manière à être interrompu par les articles circulant sur le convoyeur ;

- la barrière optique comporte, au voisinage du convoyeur, une extrémité d'émission du faisceau et une extrémité de réception du faisceau et ces deux extrémités sont associées à des buses d'éjection d'un gaz de protection desdites extrémités, notamment d'un gaz chaud;

- selon un autre mode de réalisation des moyens de comptage, ceux-ci comportent, au voisinage du convoyeur, une barrière d'ultrasons ou de micro-ondes, reliée à ladite unité de traitement d'informations et disposée transversalement au convoyeur, le faisceau de ladite barrière étant disposé dans

le plan de déplacement des articles (P) de manière à être interrompu par les articles (P) circulant sur le convoyeur ;

5 - ladite caméra est une caméra du type Infra-Rouge et ledit traitement d'image permet d'obtenir outre une valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur (comme dans le cas des autres types de caméra évoqués) une valeur représentative de la température des articles sur le convoyeur ;

10 - lesdits moyens de traitement d'image comportent des moyens de différenciation sur ladite image des zones du convoyeur recouvertes par un article et des zones du convoyeur laissées libres, ainsi que des moyens d'analyse desdites zones différencierées sur ladite image pour la détermination d'une valeur représentative de la quantité 15 d'articles traités ;

20 - lesdits moyens d'analyse desdites zones différencierées comportent des moyens d'établissement, sur toute l'étendue de l'image, d'un premier histogramme représentatif du nombre de pixels correspondant aux zones du convoyeur recouvertes par un article pour chaque ligne de l'image suivant la direction de déplacement du convoyeur, des moyens d'établissement, sur toute l'étendue de l'image, d'un second histogramme représentatif du nombre de pixels correspondant aux zones du convoyeur recouvertes par un article pour chaque 25 ligne de l'image suivant la direction perpendiculaire à la direction de déplacement du convoyeur et des moyens de comparaison des valeurs des pics des premier et second histogrammes ainsi établis avec des premières et secondes valeurs de seuil pour la détermination de la densité d'articles traités ;

30 - ledit appareil de traitement est un appareil de refroidissement d'articles alimentaires par mise en présence des articles avec un fluide cryogénique, elle comporte, reliés à ladite unité de traitement d'informations, des moyens de mesure de la quantité de fluide cryogénique avec lequel les articles sont mis en présence et ladite unité de traitement d'informations comporte des moyens de calcul de la température de chaque article en sortie dudit appareil en

fonction de la valeur représentative de la quantité d'articles traités et de la quantité de fluide cryogénique mesurée ; et

- ladite unité de traitement d'informations comporte  
5 des moyens de mémorisation de la courbe de variation  
d'enthalpie d'un article en fonction de sa température, et  
des moyens de détermination de la température de sortie d'un  
article à partir de ladite courbe d'enthalpie, de la quantité  
10 de fluide cryogénique mesurée, de la valeur représentative de  
la quantité d'articles traités et de la température initiale  
des articles.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la  
description qui va suivre, donnée uniquement à titre  
d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

15 - la figure 1 est une vue schématique d'une  
installation de surgélation de produits alimentaires, par  
exemple de portions de viande hachée selon l'invention, le  
tunnel de surgélation étant vu de dessus ;

20 - la figure 2 est une vue schématique de côté du  
tunnel de surgélation de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue schématique explicitant le  
fonctionnement des moyens de traitement d'images ;

25 - la figure 4 est un organigramme explicitant les  
étapes mises en oeuvre par les moyens de traitement d'images  
;

- la figure 5 est une courbe représentant  
l'enthalpie transférée à un kilogramme d'articles introduits  
dans le tunnel en fonction de la température ; et

30 - la figure 6 est une courbe représentant l'évo-  
lution de l'enthalpie d'un litre d'azote initialement liquide  
en fonction de la température finale, pour différentes  
pressions.

L'installation représentée sur les figures 1 et 2  
comporte un tunnel de surgélation 10 ouvert à ses deux  
35 extrémités. Il comporte une ligne d'alimentation 11 en fluide  
cryogénique, de l'azote liquide par exemple. Le tunnel est  
traversé par un convoyeur à bande 12 circulant suivant la  
direction X-X dans le sens de la flèche F1. Le convoyeur fait

saillie de chaque côté du tunnel de surgélation 10. En particulier, il comporte un tronçon d'entrée 14 pour l'introduction dans le tunnel des articles à congeler et un tronçon de sortie 16 pour l'évacuation des articles congelés.

5 Le tunnel représenté est supposé adapté pour la congélation de portions de viande hachée de forme sensiblement ovale. Ces portions sont désignées par la lettre P sur les figures.

10 Le tronçon d'entrée 14 du convoyeur est disposé en sortie d'une machine M de mise en forme des portions. Cette machine est adaptée pour produire simultanément de une à six portions de viande hachée.

15 Des moyens de transfert non représentés sont prévus afin de prélever les portions en sortie de la machine de mise en forme M et de déposer celles-ci sur le tronçon d'entrée 14. En particulier, les moyens de transfert sont adaptés pour déposer les portions P séquentiellement sur le convoyeur circulant en continu suivant un motif prédéfini.

20 Dans l'exemple décrit, les portions P sont disposées en lignes suivant la largeur Y-Y du convoyeur 12, comme représenté sur la figure 1. Ainsi, les portions P sont alignées suivant des rangées pouvant comporter de une à six portions, en fonction du nombre de portions simultanément produites par le dispositif de mise en forme M.

25 Selon l'invention, l'installation comporte des moyens 20 de détection des articles traités dans le tunnel. Ces moyens 20 comportent ici une caméra 22 reliée à une unité de traitement d'informations 23. Cette dernière comporte une unité centrale de calcul 24 comportant notamment des moyens 30 de traitement d'une image numérique recueillie par ladite caméra.

35 Comme représenté sur les figures 1 et 2, la caméra 22 est disposée au-dessus du tronçon d'entrée 14 du convoyeur avec sa direction de prise de vue s'étendant sensiblement perpendiculairement au plan de déplacement du convoyeur 12.

La caméra est pour le mode de réalisation représenté adaptée pour la prise d'une image numérique monochrome couvrant l'essentiel de la surface du tronçon 14.

Un exemple d'image recueillie par la caméra 22 est représenté sur la figure 3. Cette image, désignée par la référence 25, fait apparaître deux rangées, notées R1, R2, comportant chacune cinq taches noires correspondant aux zones 5 du convoyeur recouvertes par un article. La surface du convoyeur laissée libre apparaît en blanc sur l'image 25.

Les moyens 24 de traitement de l'image numérique sont adaptés pour déterminer une valeur représentative de la quantité d'articles traités par le tunnel. Cette quantité est 10 par exemple le nombre n d'articles introduits, le volume d'articles introduits, ou encore le taux d'occupation du convoyeur.

L'unité centrale de calcul 24 est par exemple formée par un micro-ordinateur comportant une interface de liaison à 15 la caméra 22 adaptée pour le recueil d'une image numérisée. Un programme de traitement d'images est chargé dans le micro-ordinateur afin d'analyser l'image produite par ladite caméra. Celui-ci sera décrit ultérieurement en référence à la figure 4.

20 L'unité de traitement d'informations 23 comporte des moyens de déclenchement de la prise d'une image à une fréquence prédéterminée (c'est à dire de transfert d'une image de la caméra vers l'unité), fréquence qui on le comprend dépendra du type de traitement réalisé ensuite par 25 l'unité, fréquence donc suffisamment faible pour permettre un traitement informatique de l'image. Cette fréquence est par exemple de l'ordre de 0,3 Hertz mais pourra couramment varier entre quelques dizièmes d'Herz et quelques dizaines d'Herz.

30 Par ailleurs, l'installation représentée sur la figure 1 comporte une barrière optique 26 comportant deux tronçons de fibre optique 28, 30 alignés, dont les extrémités en regard 28A, 30A sont disposées face à face de part et d'autre du convoyeur 12.

35 Le mode de réalisation illustré ici repose donc sur l'utilisation combinée d'une caméra monochrome et d'une barrière optique.

Le tronçon 28 de fibre optique comporte à son autre extrémité une diode électroluminescente 32 alimentée par une source d'alimentation électrique en vue de l'établissement d'un faisceau lumineux permanent au travers de la fibre 28.

5 L'autre extrémité de la fibre 30 est associée à un photodétecteur 34 relié à l'unité centrale de calcul 24. Les fibres 28 et 30 sont disposées à un niveau tel que le faisceau lumineux traversant le convoyeur suivant la direction Y-Y et s'étendant depuis la fibre 28 vers la fibre

10 30 est interrompu par les rangées d'articles circulant sur le convoyeur.

Le photodétecteur 34, relié à l'unité 23, permet ainsi de déterminer le nombre d'interruptions du faisceau, lequel correspond au nombre de rangées d'articles pénétrant

15 dans le tunnel de surgélation 10. Si les articles sont disposés suivant un motif différent d'une rangée, par exemple un arc de cercle, la barrière optique 26 exerce de manière identique une fonction de comptage du nombre de motifs entrant dans le tunnel, et ce indépendamment du nombre

20 d'articles contenus dans chaque motif.

A chacune des extrémités libres 28A, 30A des fibres optiques, sont prévues des buses 36, 38 d'éjection d'un gaz sec, notamment de l'azote, sur les extrémités des fibres optiques afin d'assurer leur protection contre les effets du froid.

Ces buses sont reliées à des moyens d'alimentation en gaz sec, ce gaz étant à une température supérieure à la température régnant dans l'enceinte du tunnel. La température du gaz sec éjecté est par exemple égale à la température ambiante (20°C).

L'unité centrale de calcul 24 est reliée à un débitmètre 40 adapté pour déterminer le débit de fluide cryogénique introduit dans le tunnel 10.

En outre, l'unité 24 est reliée à des moyens de

35 mémorisation 42 comportant, pour chaque type d'article pouvant être traité dans le tunnel, une courbe G<sub>5</sub>, propre à l'article de variation de son enthalpie en fonction de sa température.

Un écran d'affichage 44 est relié à l'unité centrale de calcul 24 afin d'afficher la température des articles en sortie du tunnel.

L'installation selon l'invention fonctionne de la 5 manière suivante.

Alors que les articles circulent en continu sur le convoyeur, la caméra 22 relève à une fréquence donnée une image du tronçon 14 et transmet celle-ci à l'unité de traitement d'informations 23. Elle est alors analysée par le 10 programme de traitement d'image.

Le programme de traitement d'images mis en oeuvre comporte une première étape de filtrage de l'image issue de la caméra. Cette première étape, désignée par la référence 50 sur l'organigramme de la figure 4, consiste à comparer le 15 niveau de gris de chaque pixel de l'image à une valeur de référence et à remplacer le pixel considéré par un pixel blanc si le niveau de gris est inférieur à la valeur de référence et par un pixel noir si le niveau de gris est supérieur à la valeur de référence. Ainsi, il en résulte une 20 image telle que celle représentée sur la figure 3 dans laquelle les zones du convoyeur recouvertes par un article forment des taches noires sur un fond blanc.

L'image est positionnée de sorte que la direction X-X d'avancement du convoyeur s'étende suivant la hauteur de 25 l'image et que la largeur Y-Y du convoyeur, direction perpendiculaire à la direction d'avancement du convoyeur s'étende suivant la largeur de l'image.

A l'étape 52, le programme établit un histogramme 52A du nombre de pixels noirs suivant la direction X-X. Cet 30 histogramme représente, pour chaque ligne parallèle à l'axe Y-Y de l'image numérisée, le nombre total de pixels noirs contenus dans cette ligne. Le calcul est effectué pour toutes les lignes de l'image.

Comme représenté sur la figure 3, l'histogramme 52A 35 comporte deux pics successifs correspondant aux deux rangées R1 et R2.

De manière analogue, un histogramme 54A est établi à l'étape 54 en effectuant la somme des pixels noirs pour

chaque ligne de l'image numérisée parallèle à l'axe X-X. Comme représenté sur la figure 3, l'histogramme 54A comporte cinq pics correspondant aux cinq articles contenus dans les deux rangées R1 et R2.

5 Aux étapes 56 et 58, le programme détermine le nombre de pics contenus dans les histogrammes 52A et 54A.

A cet effet, le programme compte par exemple, pour chaque histogramme, le nombre de pics dont la hauteur excède une valeur de référence prédéterminée S1, S2 représentée par  
10 une ligne pointillée sur la figure 3.

A partir du nombre de pics identifiés sur les histogrammes 52A et 54A, le programme calcule, à l'étape 60, le nombre d'articles figurant sur l'image et en particulier le nombre d'articles par rangée. Cette dernière valeur est  
15 indicative de la densité d'articles sur le convoyeur à l'instant considéré.

Comme il apparaîtra clairement à l'homme du métier, l'exemple ci-dessus développé illustre le cas de produits déposés en ligne selon une forme régulière, on comprendra  
20 qu'alors si la mise en place des produits sur le convoyeur ne suit pas une telle régularité, l'algorithme utilisé sera différent.

L'unité centrale de calcul 24 reliée à la barrière optique 26 permet de déterminer en continu avec précision le  
25 nombre de rangées d'articles traitées par le tunnel.

A partir du nombre d'articles par rangée et du nombre réel de rangées pénétrant dans le tunnel, l'unité centrale de calcul 24 détermine en continu le nombre d'articles introduits à l'intérieur du tunnel.

30 En variante, à partir de la hauteur des pics de chaque histogramme, le programme détermine, à l'étape 60, les dimensions des articles suivant les deux directions s'étendant perpendiculairement à la direction de prise de vue de la caméra.

35 A partir de celles-ci, le programme détermine le taux d'occupation du convoyeur, c'est-à-dire le rapport de la surface occupée par les articles à traiter à la surface libre du convoyeur contenue dans l'image analysée.

Le taux d'occupation du convoyeur constitue une autre valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur.

Comme précédemment, l'unité centrale de calcul 24 détermine en continu à partir du taux d'occupation du convoyeur et du nombre réel de rangées d'articles pénétrant dans le tunnel, une valeur représentative de la quantité d'articles pénétrant à l'instant donné dans le tunnel. Cette valeur est par exemple le produit du taux d'occupation par le nombre de rangées entrant dans le tunnel par unité de temps.

On comprend que dans les deux variantes, bien que la caméra 22 ne fournisse pas une image de tous les articles entrant dans le tunnel, du fait de la vitesse élevée de circulation du convoyeur et de la lenteur relative de l'unité de calcul, il est possible par l'utilisation combinée de la caméra et de la barrière optique de déterminer avec précision une valeur représentative de la quantité d'articles traités dans l'installation.

En vue du calcul de la température  $T_s$  des articles en sortie du tunnel, l'unité centrale de calcul 24 comporte un programme permettant de déterminer en continu cette température à partir d'une courbe mémorisée  $G_5$  de variation d'enthalpie, du volume  $q$  de fluide cryogénique introduit dans le tunnel par unité de temps, de la pression et de la température du fluide cryogénique, ainsi que du nombre  $n$  d'articles, dont la masse est connue, introduits par unité de temps dans le tunnel et de leur température d'entrée  $T_e$ . Dans l'exemple décrit, le fluide cryogénique est de l'azote liquide. Il pourrait être remplacé par du bioxyde de carbone, de l'argon ou tout autre fluide.

La courbe  $G_5$ , représentée sur la figure 5, traduit la variation de l'enthalpie  $H$  d'un kilogramme d'articles lorsque la température de celui-ci passe de la température de  $-189^{\circ}\text{C}$  (température de l'azote liquide à la pression de stockage par exemple égale à 2 bars absolus) à une température  $T$  quelconque donnée en abscisse et à la pression atmosphérique.

La courbe d'enthalpie  $G_5$ , mémorisée dans les moyens de mémorisation 42, est déterminée expérimentalement.

A cet effet, on immerge un kilogramme d'articles à une température initiale  $T$  connue dans un récipient de Dewar rempli d'azote liquide et on mesure, par exemple à l'aide d'une balance, la quantité d'azote vaporisé pour amener les 5 articles de la température initiale à la température de l'azote liquide ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) à la pression atmosphérique.

L'enthalpie  $H$  transférée aux articles dans le récipient de Dewar correspond à l'enthalpie de vaporisation 10 de l'azote à la pression considérée. Cette valeur est proportionnelle à la quantité mesurée d'azote vaporisé.

L'enthalpie de vaporisation à la pression considérée d'un litre d'azote liquide est donnée sur les courbes de la figure 6 représentant la variation d'enthalpie de l'azote 15 liquide en fonction de la température pour différentes pressions de stockage à l'équilibre thermodynamique. Sur cette figure, chaque courbe correspond à une pression donnée.

L'expérience est reproduite pour différentes températures initiales, un nombre de fois suffisant pour établir 20 la courbe  $G_5$  dont l'axe des abscisses s'étend de  $-196^{\circ}\text{C}$  à  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Grâce à cette courbe  $G_5$ , le programme chargé dans l'unité centrale de calcul 24 détermine en continu la température finale  $T_s$  d'un kilogramme d'articles en sortie de 25 tunnel, à partir de la température d'entrée  $T_e$  et de l'enthalpie  $DH_T$  transférée à un kilogramme d'articles par l'azote introduit dans le tunnel.

A cet effet, le programme détermine, à partir de la courbe  $G_5$ , l'enthalpie  $H_e$  correspondant à un kilogramme 30 d'articles entrant dans le tunnel à la température  $T_e$ . A partir de l'enthalpie  $DH_T$  transférée aux articles par l'azote, il calcule l'enthalpie  $H_s$  d'un kilogramme d'articles en sortie du tunnel par la relation  $H_s = H_e - DH_T$ .

Grâce à la courbe  $G_5$ , le programme détermine enfin la 35 température  $T_s$  de sortie des articles, cette température correspondant à l'enthalpie  $H_s$ .

Afin de permettre le calcul de la température  $T_e$  d'entrée des articles, l'unité centrale de calcul 24 est

reliée à une sonde de température mise au contact des articles immédiatement avant leur entrée dans le tunnel. Elle peut également être la température d'un bain de stabilisation dans lequel les articles ont séjourné avant leur introduction 5 dans le tunnel.

L'enthalpie  $DH_T$  transférée par l'azote aux articles dans le tunnel est déterminée de la manière suivante.

La courbe  $G_6$  donne l'enthalpie  $DH$  libérée par un litre d'azote liquide lorsque celui-ci passe, pour une pression donnée, de sa température de liquéfaction à une température quelconque  $T$  donnée en abscisse.

Afin de déterminer l'enthalpie libérée, le programme détermine à partir de la courbe  $G_6$  l'enthalpie  $DH_{Ta}$  libérée dans le tunnel par un litre d'azote liquide, lorsque celui-ci 15 se vaporise et passe de sa température de stockage ( $-189^{\circ}\text{C}$ ) à la température  $T_a$  des gaz en sortie du tunnel.

La température  $T_a$  est par exemple mesurée à l'intérieur de l'enceinte du tunnel à sa sortie (par exemple à 1 mètre avant la sortie des gaz) par une sonde de température 20 reliée à l'unité centrale de calcul 24. Cette température  $T_a$  est généralement liée à la température de consigne du tunnel et à la température d'entrée des articles. Elle est par exemple de l'ordre de  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Le programme déduit ensuite l'enthalpie brute  $DH_B$  25 transférée à un kilogramme d'articles en multipliant l'enthalpie  $DH_{Ta}$  transférée pour un litre d'azote, par le volume d'azote introduit dans le tunnel pour un kilogramme d'articles (i.e.  $DH_B = q \cdot DH_{Ta}/M_p$  où  $M_p$  est la masse d'articles introduits dans le tunnel par unité de temps).

30 La masse  $M_p$  d'articles introduits dans le tunnel par unité de temps est déterminée à partir du nombre  $n$  d'articles détectés en entrée du tunnel par unité de temps et du poids moyen des articles.

L'enthalpie  $DH_T$  est ensuite calculée à partir de 35 l'enthalpie brute  $DH_B$  en tenant compte des pertes thermiques du tunnel  $DH_p$ .

Les pertes matérielles d'enthalpie  $DH_p$  du tunnel sont évaluées expérimentalement en laissant fonctionner le tunnel

en l'absence d'articles pour différentes valeurs de température T régnant à l'intérieur de l'enceinte. Comme précédemment, à partir du volume d'azote consommé par unité de temps pour maintenir constante la température T à l'intérieur de l'enceinte, on détermine l'enthalpie due aux pertes du tunnel par unité de temps.

Les pertes d'enthalpie du tunnel sont proportionnelles au temps, le coefficient de proportionnalité pouvant être approximé en fonction de la température moyenne dans le tunnel par un polynôme de degré 2.

L'enthalpie  $DH_T$  est enfin calculée en soustrayant de l'enthalpie  $DH_B$  l'enthalpie  $DH_p$  des pertes matérielles du tunnel divisée par la masse d'articles introduits dans le tunnel par unité de temps (i.e.  $DH_T = DH_B - DH_p/M_p$ ).

Les moyens de calcul utilisés ici pour le calcul de la température de sortie des articles peuvent être mis en oeuvre sur un appareil dont les moyens de détermination de la quantité d'articles traités sont différents de ceux décrits ici. En particulier, la caméra 22 et la barrière optique 26 peuvent être remplacées par des balances, des organes de comptage ou des débitmètres (dans le cas de crème glacée par exemple).

On comprend que l'installation décrite ici permet de déterminer avec précision la température réelle de sortie des articles et non simplement une température estimée de ceux-ci. En effet, la température calculée dans la présente installation tient compte du nombre d'articles réellement introduits dans le tunnel de surgélation et de la quantité de fluide cryogénique réellement introduite.

Les moyens de détection mis en oeuvre dans la présente installation sont insensibles à la température régnant à la proximité immédiate de l'entrée du tunnel de surgélation. En effet, aucune pièce mécanique mobile n'est mise en oeuvre et les moyens optiques de détection utilisés sont peu influencés par les basses températures.

En particulier, la caméra 22 est disposée au-dessus du convoyeur de sorte qu'elle est peu exposée au froid, les

températures les plus élevées se trouvant dans la partie supérieure de l'installation.

Par ailleurs, les éléments électriques de la barrière optique, à savoir l'émetteur et le récepteur sont 5 écartés du convoyeur grâce à l'utilisation des fibres optiques.

En variante non représentée, la caméra et la barrière optique sont disposées sur le tronçon de sortie 16 du convoyeur.

10 Bien entendu, l'installation comporte des moyens de sélection de la nature des articles traités dans le tunnel de surgélation de sorte que l'unité centrale de calcul 24 utilise la courbe de variation d'enthalpie correspondant aux articles en cours de traitement en vue du calcul de leur 15 température de sortie.

Par ailleurs, le débitmètre 40 peut être remplacé par une jauge de niveau installée dans le réservoir de stockage de liquide cryogénique, cette jauge étant adaptée pour indiquer à l'unité 24 l'évolution du niveau dans le 20 réservoir.

Les moyens de détection décrits ici peuvent être mis en oeuvre dans une installation de traitement d'articles en vue de la facturation de l'utilisation de l'appareil de traitement en fonction de la quantité d'articles réellement 25 traités par l'appareil, par exemple par heure de fonctionnement de l'installation, ou encore par kilogramme de produit traité dans l'installation.

Quoique la présente invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, elle 30 ne s'en trouve pas limitée pour autant mais est au contraire susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

Ainsi, si l'invention a été tout particulièrement exemplifié dans le cas d'appareils de surgélation de 35 produits alimentaires, elle trouve une application beaucoup plus large dans d'autres domaines, alimentaires ou non. A titre illustratif, on citera également dans le domaine de l'alimentaire le cas des appareils de cuisson.

De même, si l'invention a été tout particulièrement exemplifié dans le cas d'une détermination quantitative du nombre de produits traités dans l'enceinte, cela en utilisant la combinaison d'une caméra monochrome et d'une 5 barrière optique, il apparaîtra clairement à l'homme du métier que l'on peut, sans sortir du cadre de la présente invention, par exemple :

- utiliser d'autres types de caméra;
- utiliser une barrière optique faite de plusieurs 10 faisceaux disposés l'un au dessus de l'autre dans le plan de déplacement des articles (P) de manière à être interrompus par les articles (P) circulant sur le convoyeur, et permettant d'obtenir une information de volume des articles (selon le nombre de faisceaux interrompus en hauteur lors du 15 passage);
- utiliser, en combinaison avec une caméra, un autre moyen de comptage qu'une barrière optique (sans exclure d'ailleurs un moyen de comptage humain), par exemple une barrière d'ultrasons;
- 20 - utiliser la caméra (quelque soit son type) seule, par exemple pour obtenir une information quantitative telle que le taux d'occupation du convoyeur (qui on l'a vu, en combinaison avec la vitesse de ce convoyeur permet d'avoir accès à la quantité moyenne de produits traités), ou encore 25 une information qualitative telle que la température des produits (que ce soit à l'entrée de l'enceinte ou à la sortie selon l'endroit où l'on positionne le système).

REVENDICATIONS

1.- Installation de traitement d'articles du type comportant un appareil (10) de traitement desdits articles (P) associé à un convoyeur (12) d'introduction des articles dans l'appareil et d'extraction desdits articles hors dudit appareil (10), l'installation comportant en outre des moyens (20) de détection desdits articles (P) traités par ledit appareil (10), ces moyens (20) étant adaptés pour la détermination d'une valeur représentative de la qualité et/ou la quantité d'articles traités par ledit appareil, caractérisée en ce que lesdits moyens de détection (20) comportent une caméra (22) adaptée pour produire une image numérique d'un tronçon (14) du convoyeur (12) destiné au transport des articles (P), ladite image numérique faisant apparaître lesdits articles portés par ledit tronçon (14) du convoyeur, laquelle caméra (22) est reliée à une unité de traitement d'informations (23) comportant des moyens (24) de traitement d'image adaptés pour déterminer la valeur représentative de la qualité et/ou la quantité d'articles (P) traités par ledit appareil à partir de ladite image numérique.

2.- Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la direction de prise de vue de ladite caméra (22) s'étend sensiblement perpendiculairement au plan de déplacement dudit convoyeur (12).

3.- Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite unité de traitement d'informations (23) comporte des moyens (24) de déclenchement de la prise d'une image à des instants de déclenchement prédefinis et en ce que lesdits moyens de traitement d'image (24) comportent des moyens aptes au calcul d'une valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur (12) à chaque instant de déclenchement à partir de ladite image numérique dudit tronçon (14) du convoyeur à cet instant.

4.- Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite caméra est une caméra du type monochrome ou couleur.

5.- Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que ladite caméra est une caméra du type

couleur et en ce que ledit traitement d'image comprend une analyse des teintes présentes sur l'image, permettant, par une comparaison avec une teinte de référence, de déterminer ladite valeur représentative de la densité d'articles sur le  
5 convoyer.

6.- Installation selon l'une des revendication 3 à  
5, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de mise en place des articles (P) sur ledit convoyeur (12) suivant un motif prédéterminé, reproduit séquentiellement sur ledit  
10 convoyeur avec une quantité variable d'articles pour chaque motif, et en ce qu'elle comporte, reliés à ladite unité de traitement d'informations (23), des moyens (26) de comptage du nombre de motifs circulant en regard de la caméra (22), et en ce que ladite unité de traitement d'informations (23)  
15 comporte des moyens (24) d'évaluation de la valeur représentative de la quantité d'articles traités à partir de ladite valeur représentative de la densité d'articles sur le convoyeur calculé à chaque instant de déclenchement et du nombre de motifs comptés.

20 7.- Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdits moyens de comptage comportent une barrière comportant au moins un faisceau optique (26), reliée à ladite unité de traitement d'informations (23) et disposée transversalement au convoyeur (12), le faisceau de ladite  
25 barrière étant disposé dans le plan de déplacement des articles (P) de manière à être interrompu par les articles (P) circulant sur le convoyeur (12).

8.- Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que la barrière optique (26) comporte, au  
30 voisinage du convoyeur (12), une extrémité (28A) d'émission du dit au moins un faisceau et une extrémité (30A) de réception du dit au moins un faisceau et en ce que ces deux extrémités (28A, 30A) sont associées à des buses (38) d'éjection d'un gaz de protection desdites extrémités,  
35 notamment d'un gaz chaud.

9.- Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdits moyens de comptage comportent, au voisinage du convoyeur, une barrière d'ultrasons ou de micro-

ondes, reliée à ladite unité de traitement d'informations et disposée transversalement au convoyeur, le faisceau de ladite barrière étant disposé dans le plan de déplacement des articles (P) de manière à être interrompu par les articles (P) circulant sur le convoyeur.

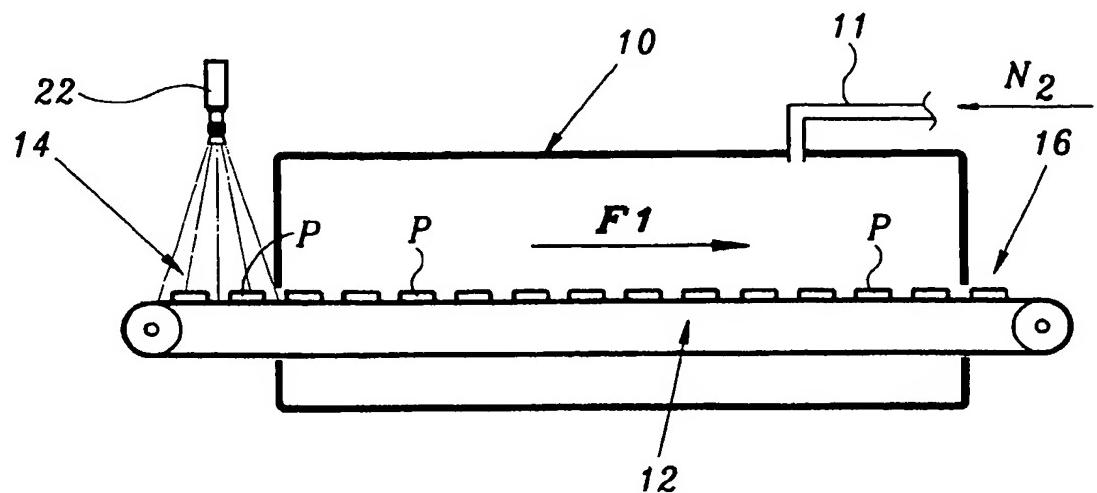
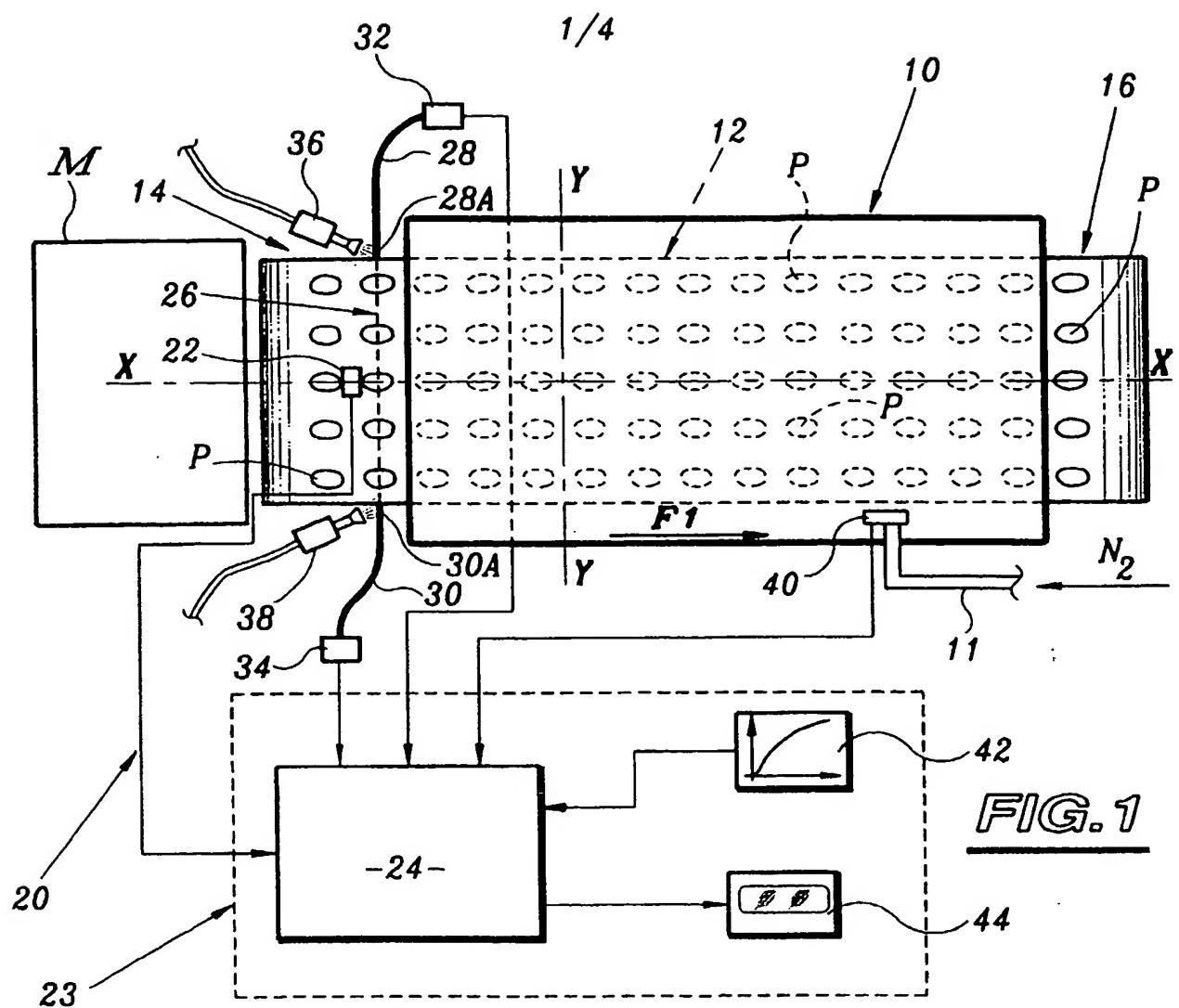
10.- Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite caméra est une caméra du type Infra-Rouge et en ce que ledit traitement d'image permet d'obtenir une valeur représentative de la température des articles sur le convoyeur.

11.- Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdits moyens (24) de traitement d'image comportent des moyens de différenciation sur ladite image des zones du convoyeur recouvertes par un article (P) et des zones du convoyeur laissées libres, ainsi que des moyens (24) d'analyse desdites zones différenciées sur ladite image pour la détermination d'une valeur représentative de la quantité d'articles (P) traités.

20 12.- Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que lesdits moyens (24) d'analyse desdites zones différenciées comportent des moyens (24) d'établissement, sur toute l'étendue de l'image, d'un premier histogramme (52A) représentatif du nombre de pixels correspondant aux zones du convoyeur recouvertes par un article (P) pour chaque ligne de l'image suivant la direction (X-X) de déplacement du convoyeur, des moyens (24) d'établissement, sur toute l'étendue de l'image, d'un second histogramme (54A) représentatif du nombre de pixels correspondant aux zones du convoyeur recouvertes par un article (P) pour chaque ligne de l'image suivant la direction perpendiculaire à la direction (Y-Y) de déplacement du convoyeur et des moyens (24) de comparaison des valeurs des pics des premier et second histogrammes (52A, 54A) ainsi établis avec des premières et secondes valeurs de seuil (S1, S2) pour la détermination de la densité d'articles (P) traités.

13.- Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit appareil de traitement est un appareil (10) de refroidissement d'articles alimentaires par mise en présence des articles avec un fluide cryogénique, et en ce qu'elle comporte, reliés à ladite unité de traitement d'informations (23), des moyens (40) de mesure de la quantité de fluide cryogénique avec lequel les articles sont mis en présence et ladite unité de traitement d'informations (23) comporte des moyens (24) de calcul de la température de chaque article (P) en sortie dudit appareil (10) en fonction de la valeur représentative de la quantité d'articles traités et de la quantité de fluide cryogénique mesurée.

14.- Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que ladite unité de traitement d'informations (23) comporte des moyens (42) de mémorisation de la courbe ( $G_5$ ) de variation d'enthalpie d'un article en fonction de sa température, et des moyens (24) de détermination de la température de sortie d'un article à partir de ladite courbe d'enthalpie ( $G_5$ ), de la quantité de fluide cryogénique mesurée, de la valeur représentative de la quantité d'articles traités et de la température initiale des articles.



**FIG. 2**

2/4

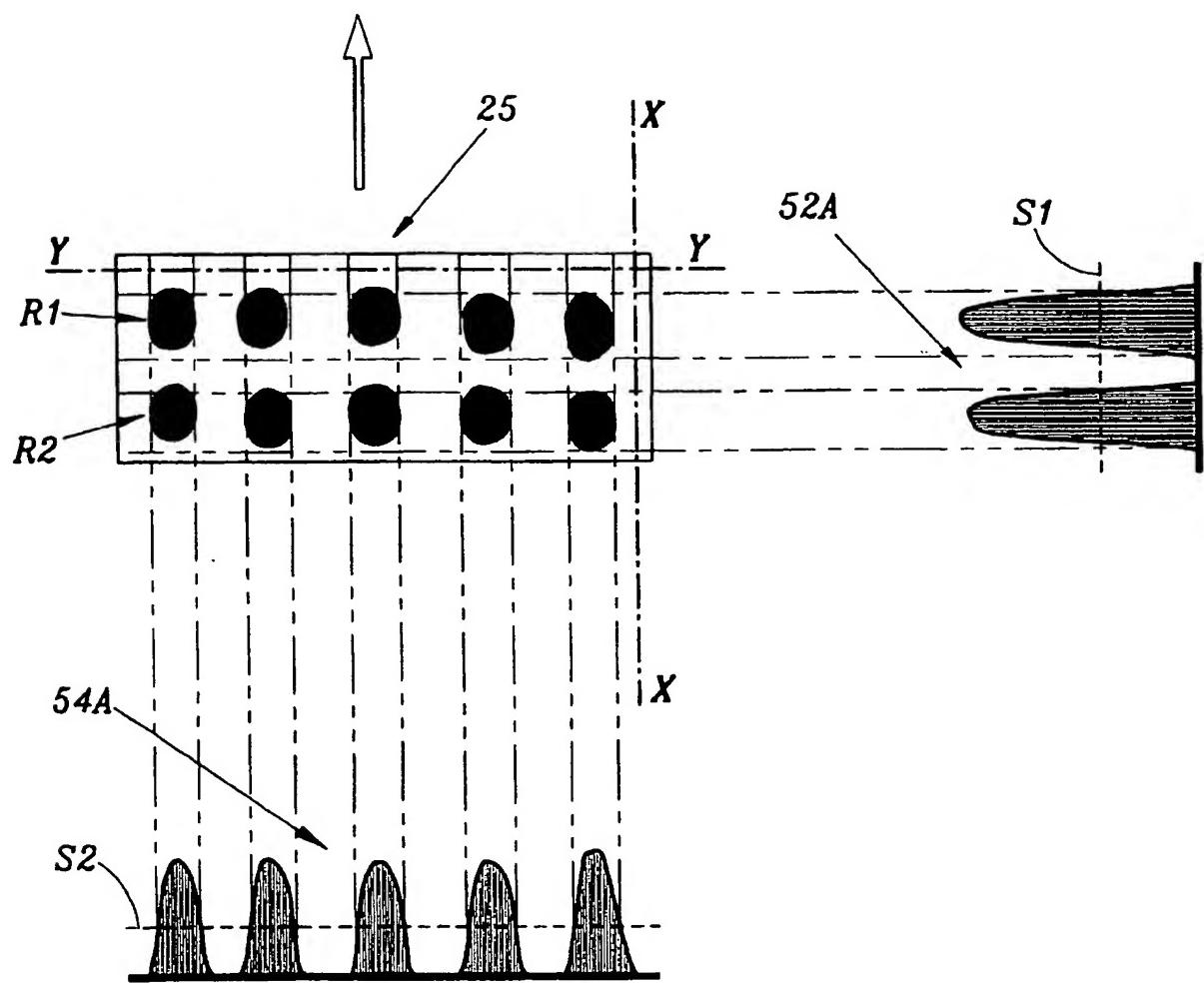
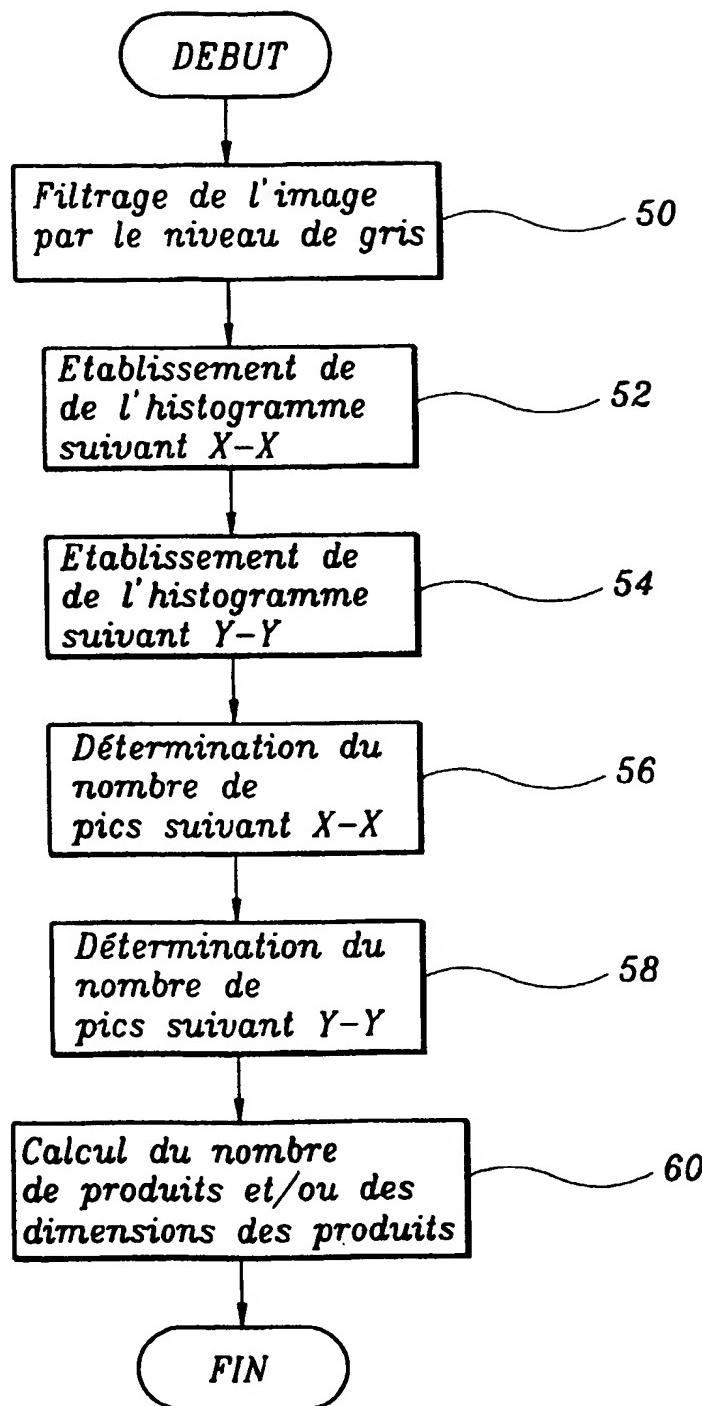


FIG.3

3/4

FIG.4

4/4

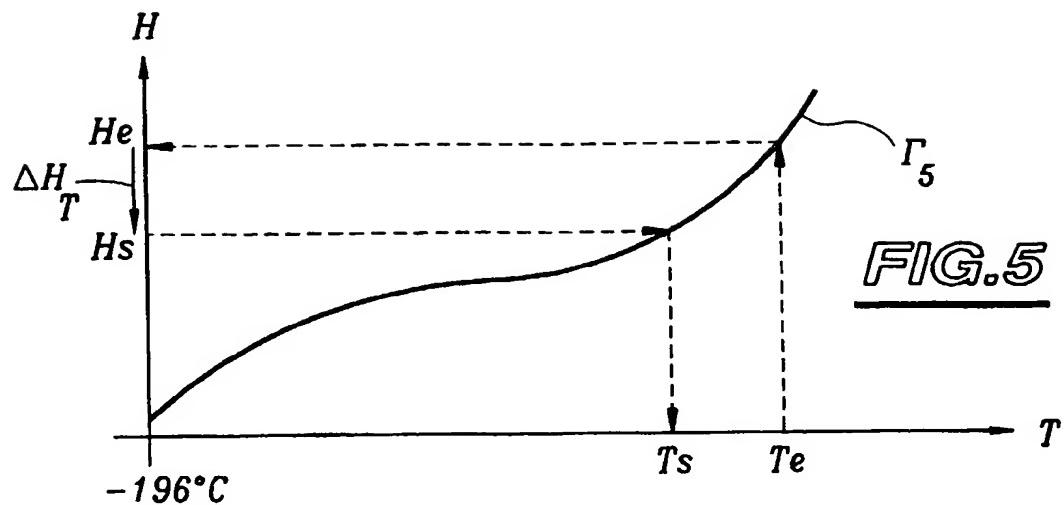


FIG.5

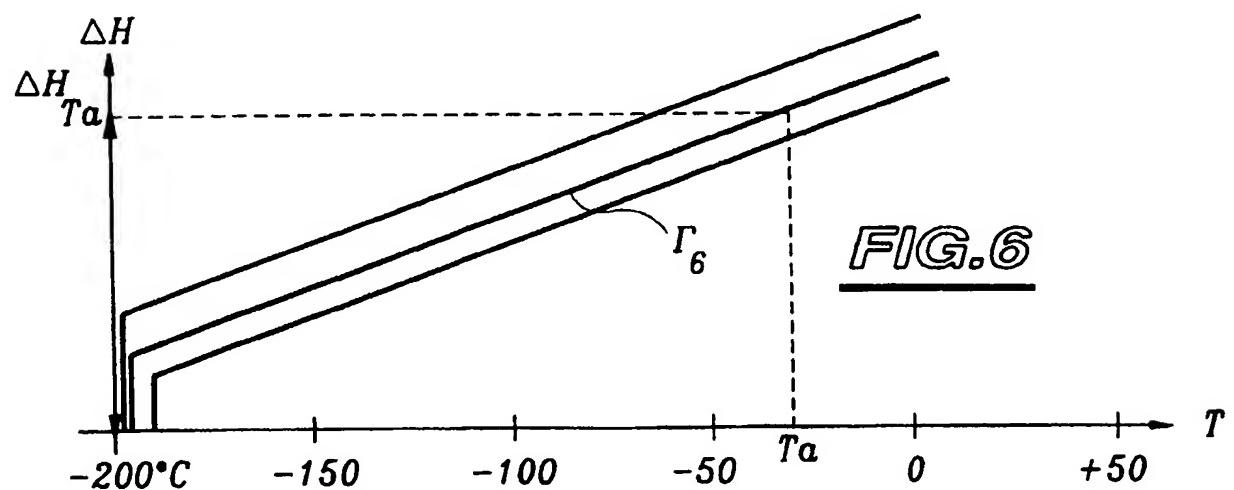


FIG.6

REPUBLIQUE FRANCAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
nationalFA 540804  
FR 9702498

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 167 405 A (BOC GROUP PLC)	1-4, 6, 11, 13
Y	* page 1, alinéa 2 *	10
A	* page 4, alinéa 2 - page 5, alinéa 2 *	14
	* page 8, alinéa 4 - page 12, alinéa 3; figure 1 *	
Y	---	
	EP 0 667 501 A (AIR PROD & CHEM) * colonne 6, ligne 41 - ligne 45 *	10
X	---	
	DE 44 08 018 A (PAVEL GMBH LOGISTIKSYSTEME FUE) * colonne 2, ligne 48 - colonne 4, ligne 40; figure 2 *	1, 2, 4, 6, 7, 9
A	---	
	WO 91 03029 A (KVASSHEIM TORBJORN) * revendications 1, 2 *	1, 2, 4
	-----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F25D G06M
1		
	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	7 novembre 1997	Tabellion, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**